

Magnetpol für Magnetschwebefahrzeuge

Die Erfindung betrifft einen Magnetpol gemäß der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung.

Magnetpole dieser Art werden bei Magnetschwebefahrzeugen in vielfältiger Form eingesetzt, z. B. als Teile von Trag-, Führ- oder Bremsmagneten. Bisher werden diese Magnetpole aus einem Eisenkern und einer auf diesen aufgebrachten Wicklung hergestellt, die aus abwechselnd aufeinander folgenden Lagen eines Leiters und eines Isolators gebildet ist (PCT WO 97/30 504). Die Leiter und Isolatoren bestehen dabei aus bandförmigen Materialien, z. B. Aluminiumbändern und dünnen Isolierfolien.

10

Die bekannten Magnetpole bestehen aus je einer Scheibe, so daß die Lagenzahl gleich der Windungszahl ist. Dadurch ergibt sich bei hoher Windungszahl ein Kühlproblem. Wenn der Kern gleichzeitig als Kühlkörper wirken soll, muß die in den einzelnen Lagen erzeugte Wärme in radialer Richtung auch die elektrisch gewünschten, thermisch jedoch störenden Isolierfolien durchdringen, deren thermischer Gesamtwiderstand mit zunehmender Anzahl der Lagen stetig zunimmt.

Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, den Magnetpol der eingangs bezeichneten Gattung so auszubilden, daß ohne wesentliche Beeinträchtigung

- 2 -

der elektromagnetischen Kenngrößen und des vom Magnetpol eingenommenen Raums die Wärmeabfuhr verbessert wird.

Zur Lösung dieses Problems dienen die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

5

Bei Anwendung eines erfindungsgemäßen Magnetpols mit zwei Scheiben braucht der Wärmestrom bei gleicher, jedoch auf beide Scheiben verteilter Windungszahl in radialer Richtung nur eine entsprechend geringere Anzahl von elektrischen Isolations-schichten durchdringen. Dadurch wird bei sonst gleichen Verhältnissen im Hinblick 10 auf die Gesamtwindungszahl, die maximale Klemmenspannung und den vom Magnet-pol eingenommenen Raum eine erheblich bessere Kühlleistung erzielt.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

15 Die Erfindung wird nachfolgend in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in perspektischer Darstellung die Bewicklung eines üblichen, eine einscheibige Wicklung aufweisenden Magnetpols für Magnetschwebefahrzeuge;

20

Fig. 2 schematisch die Wärmeströme in einem Magnetpol nach Fig. 1 während seiner Benutzung; und

25 Fig. 3 schematisch einen Schnitt längs der Linie III - III der Fig. 1 durch eine Hälfte eines Magnetpols, jedoch bei erfindungsgemäßer Ausgestaltung.

Ein Magnetpol der hier interessierenden Art enthält nach Fig. 1 einen aus einem Blechpaket bestehenden, vorzugsweise quaderförmigen Eisenkern 301 mit abgerundeten Ecken und eine auf diesen aufgebrachte Wicklung 302. Die Herstellung des Kerns 301 kann auf viele verschiedene Arten erfolgen und ist für die vorliegende Erfindung unbedeutend. Außerdem kann der Kern 301 mit einem umlaufenden, an seiner

Mantelfläche anliegenden Wicklungsträger 303 versehen sein, der aus einem z. B. Kunststoff hergestellten Isoliermaterial besteht und Montageflansche 304 aufweist, zwischen denen die Wicklung 302 zu liegen kommt. Der Wicklungsträger 303 dient somit sowohl zur Montage der Wicklung 302 als auch zur elektrischen Isolierung der

- 5 Wicklung 302 gegen den Kern 301 in radialer Richtung, bezogen auf eine Mittel- und Wickelachse 305 des Kerns 301.

Die Wicklung 302 wird z. B. durch abwechselnd aufeinander folgende Lagen aus einem Leiterband 306 (z. B. Aluminium) und zwischen diesen angeordneten, ersten 10 Isolationsschichten 307 in Form einer Isolierfolie od. dgl. gebildet, die die Lagen in radialer Richtung elektrisch gegeneinander isolieren. Bei der Herstellung des Magnetpols 301 werden die Leitungsbänder 306 und die Isolationsschichten 307 in bekannter Weise von Vorratsspulen 308, 309 abgewickelt und koaxial um die Mittelachse 305 auf den Kern 301 gewickelt. Die dadurch erhaltene Wicklung 302 besteht daher aus 15 einer zur Mittelachse 305 koaxialen Scheibe, die in radialer Richtung eine Vielzahl von Lagen aufweist.

Magnetpole der beschriebenen Art für Magnetschwebefahrzeuge weisen z. B. bis zu 300 Lagen auf, die in Fig. 2 schematisch mit den Bezugszeichen 1 ... 300 bezeichnet 20 sind. Daher muß die beim Betrieb erzeugte Wärme, sofern sie in einer mittleren, z. B. der Lage 150 der Wicklung 302 erzeugt wird, in radialer Richtung sowohl nach innen zum Kern 301 hin als auch radial nach außen in Richtung eingezeichneter Pfeile y bzw. w jeweils eine Vielzahl von z. B. 150, in Fig. 2 lediglich durch Linien angedeutete Isolationsschichten 310 durchdringen, die zur elektrischen Isolierung eine bestimmte Mindestdicke haben müssen. Die Wärmeabfuhr und damit die Kühlwirkung in 25 radialer Richtung ist daher stark von der Zahl der vorhandenen Lagen 1 ... 300 abhängig.

Erfnungsgemäß wird dagegen vorgeschlagen, die Lagen 1 ... 300 einer Wicklung 30 314 gemäß Fig. 3, in der im übrigen gleiche Teile mit denselben Bezugszeichen wie in Fig. 1 und 2 versehen sind, auf zwei oder mehr, in axialer Richtung übereinander

- 4 -

liegende Scheiben 315 und 316 zu verteilen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn beide (oder alle) Scheiben 315, 316 jeweils im wesentlichen dieselbe Anzahl von Lagen bzw. Windungen aufweisen. Dies ist in Fig. 3 dadurch realisiert, daß z. B. die Scheibe 315 die Lagen 1 bis 150 und die Scheibe 316 die Lagen 151 bis 300 aufweist.

- 5 In magnetischer Hinsicht ergibt sich dadurch bei gleichem Strom dieselbe Durchflutung wie im Beispiel nach Fig. 2. Damit auch die für die Verlustleistung maßgeblichen Querschnittsflächen der einzelnen Lagen dieselben wie in Fig. 2 sind, ohne daß die axialer Richtung gemessene Höhe des Magnetröles vergrößert werden muß, weisen die Lagen 1 ... 300 in Fig. 3 wenigstens die halbe Höhe h und die doppelte Dicke d
- 10 im Vergleich zu Fig. 2 auf. Schließlich ist in Fig. 3 eine zweite Isolierschicht 317 vorgesehen, die zwischen den beiden Scheiben 315, 316 angeordnet ist und diese in axialer Richtung elektrisch gegeneinander isoliert. Die beiden Varianten nach Fig. 2 und 3 haben daher im wesentlichen denselben Platzbedarf. Die zusätzliche Isolierschicht 317 vergrößert die Bauhöhe nur unwesentlich, da ihre Dicke allenfalls einige
- 15 Millimeter betragen braucht. Das sog. Wickelfenster ist somit in beiden Fällen im wesentlichen identisch.

- Die Lagen 1 bis 150 der ersten Scheibe 315 und 151 bis 300 der zweiten Scheibe 316 können mit gleichem oder mit entgegengesetztem Wicklungssinn um den Kern 301 gewickelt sein. Bei gleichem Wicklungssinn müßte ein elektrischer Anschluß für die Lagen unmittelbar am Kern 301 vorgesehen und zusätzlich eine Verbindung der 150. Lage mit der 151. Lage vorgesehen werden. Das ist einerseits konstruktiv aufwendig, andererseits aus elektrischen Gründen unerwünscht, weil innen liegende Anschlüsse meistens zu scharfen Kanten und Spitzen führen, die unerwünschte elektrische Durchbrüche und damit eine Beschädigung der innersten Isolationsschicht bzw. des Wicklungsträgers 303 zur Folge haben können, wenn nicht zusätzliche Isolierungsmaßnahmen getroffen werden.

- Erfnungsgemäß ist daher weiter vorgesehen, für die Leitungsbänder 306 (Fig. 1) in den beiden Scheiben 315, 316 einen entgegengesetzten Wicklungssinn vorzusehen, d. h. die Lagen 1 ... 150 entgegengesetzt zu den Lagen 151 ... 300 um den Kern 301

- 5 -

zu wickeln, und außerdem die beiden innen am Kern 301 liegenden Lagen 1 und 151 durch eine Verbindungsleitung 318 elektrisch miteinander zu verbinden. In diesem Fall können die beiden radial äußeren Lagen 150 und 300 mit je einem elektrischen Anschluß 319, 320 versehen werden, von denen der eine als Zuleitung und der andere 5 als Ableitung für den die Wicklung 314 durchfließenden Strom dient, so daß die einzelnen Lagen hintereinander vom Strom durchflossen werden, wenn zwischen den Anschlüssen 319, 320 die Klemmenspannung liegt.

Beim zuletzt beschriebenen Ausführungsbeispiel muß die zweite Isolationsschicht 317 10 dazu geeignet sein, die beiden Lagen 150 und 300, an denen die Klemmenspannung liegt, elektrisch gegeneinander zu isolieren. Daher ist die Dicke jeder Isolationsschicht 317 ca. 300 mal so groß wie die Dicke jeder ersten Isolationsschicht 310 zu wählen, wozu natürlich auch mehrere Isolationsschichten 317 vorgesehen werden können. Da die erste Isolationsschicht 310 bei Anwendung üblicher Isolierungsmaterialien eine 15 Dicke von nur ca. 15 bis 25 µm aufweisen braucht, erhöht die erforderliche Dicke der zweiten Isolationsschicht 317 den axialen Platzbedarf, wie bereits oben gewähnt wurde, nur wenig. Bei einer anderen Aufteilung der vorhandenen Lagen auf die beiden Scheiben 315, 316 muß die Dicke der zweiten Isolationsschicht 317 analog dazu in Abhängigkeit von der beim Betrieb maximal zwischen den verschiedenen 20 Lagen sich ergebenden elektrischen Spannung gewählt werden. In jedem Fall kann die Isolationsschicht 317 durchgehend dieselbe, am auftretenden Maximalwert orientierte Dicke aufweisen.

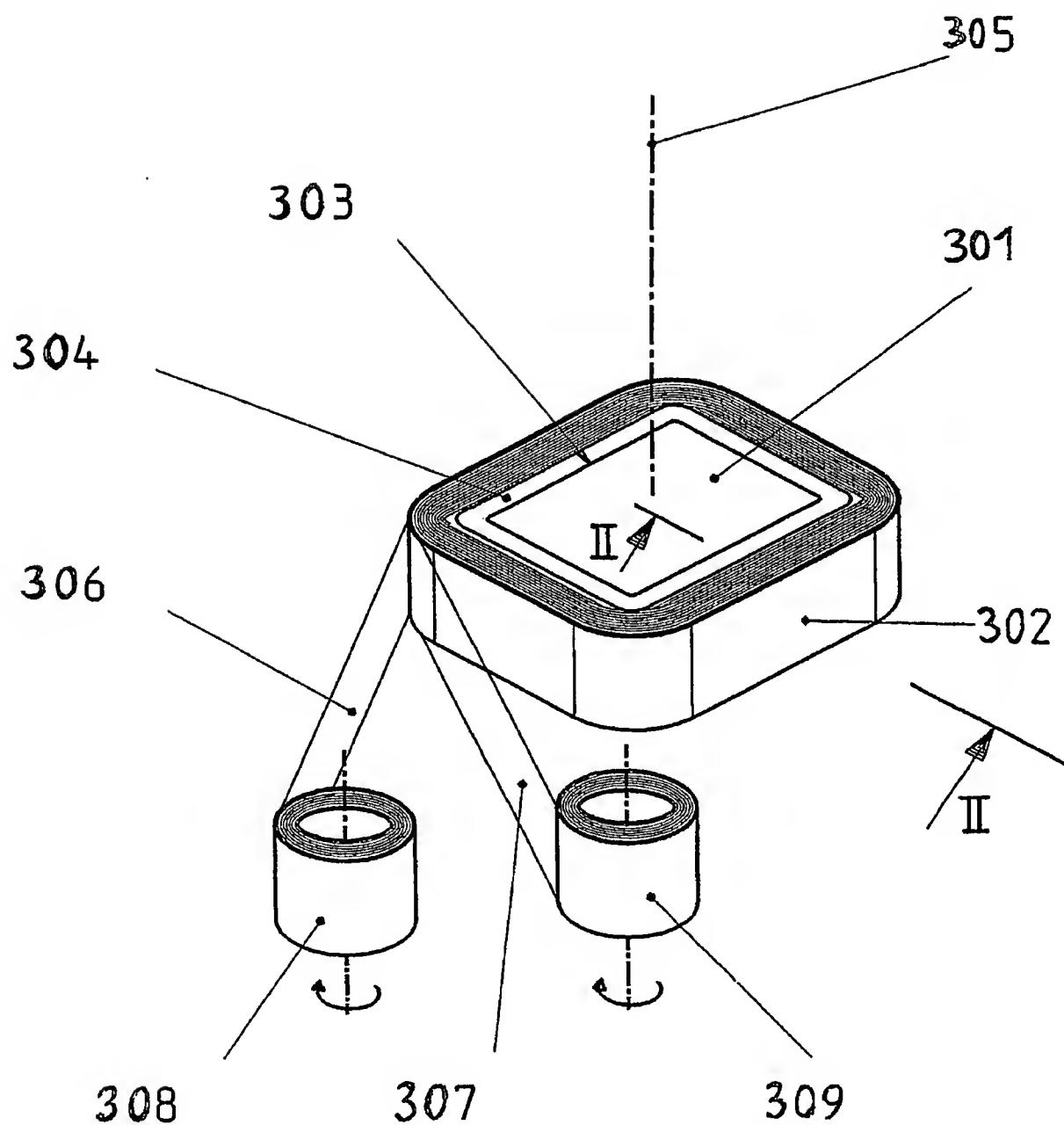
Das anhand der Fig. 3 beschriebene Ausführungsbeispiel hat im übrigen den Vorteil, 25 daß im Bereich des Kerns 301 die Verbindungsleitung 318 im Hinblick auf Spitzenspannungen weit weniger kritisch als bei Anwendung eines innen liegenden elektrischen Anschlusses ist. Daher kann der Wicklungsträger 303 vergleichsweise dünn ausgebildet oder durch eine dünne, um den Kern 301 gewickelte Isolationsschicht 321 (Fig. 3) ersetzt sein, die einen vergleichsweise niedrigen thermischen Widerstand 30 besitzt. Es ist daher aus Gründen des Platzbedarfs nicht erforderlich, für den Bereich des Kerns 301 oder für den Raum zwischen den Scheiben 315, 316 neue Isolations-

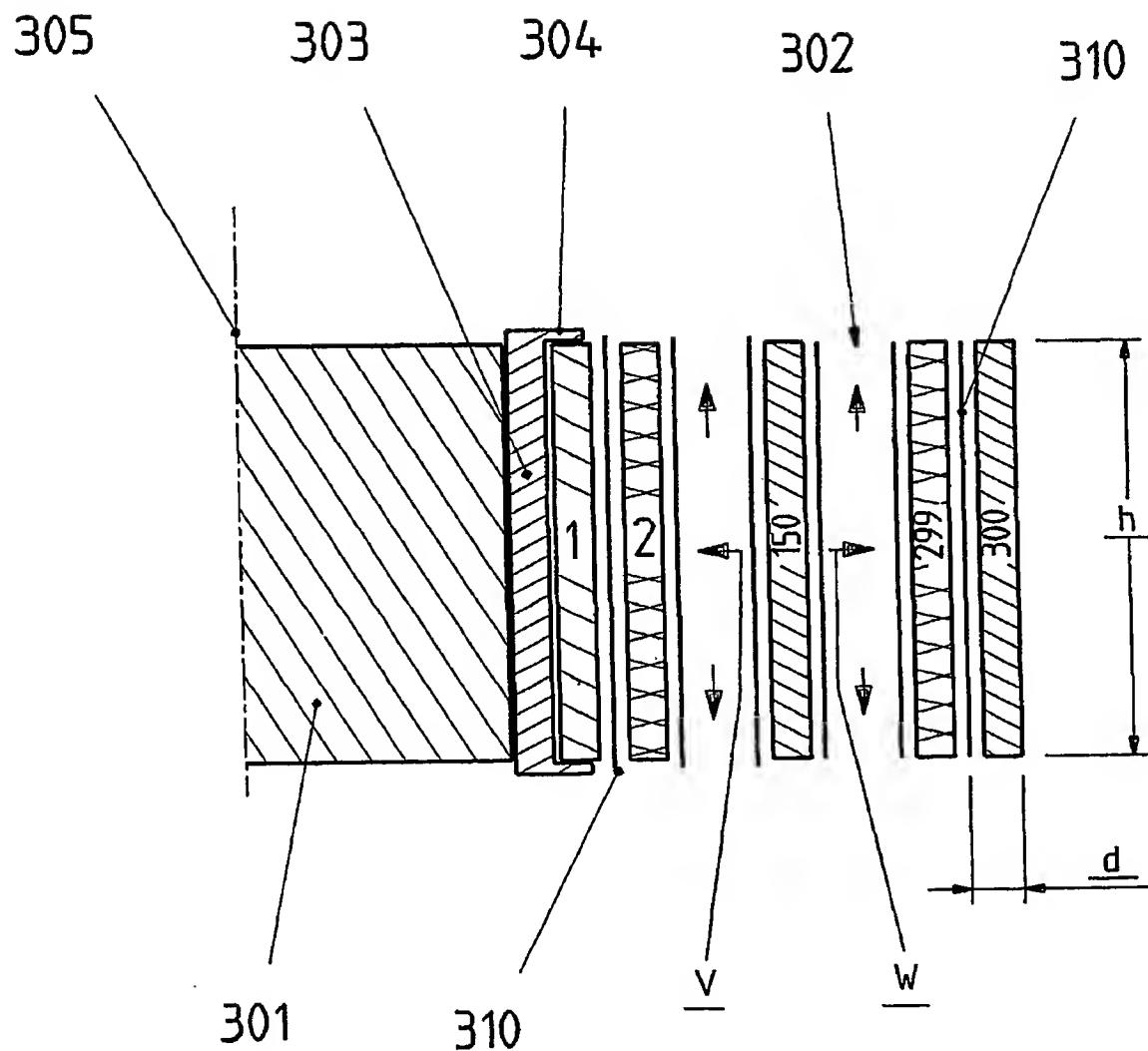
schichten zu entwickeln, die bei hoher elektrischer Isolierung eine besonders niedrige thermische Isolierung bewirken.

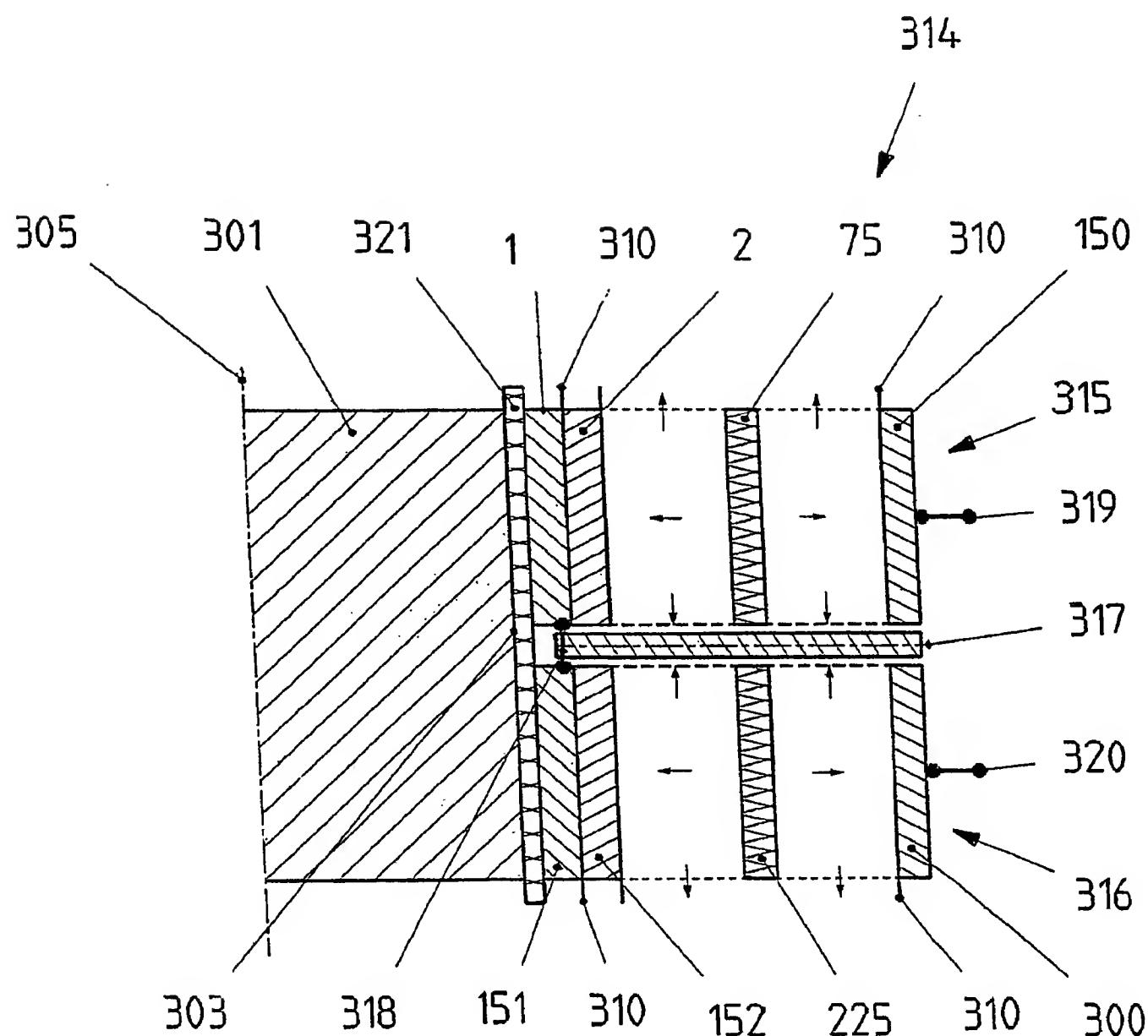
- Die Erfindung bringt weiterhin den Vorteil mit sich, daß die in mittleren Bereichen
- 5 der Scheiben 315, 316 erzeugte Wärme in radialer Richtung weit weniger Isolations- schichten 310 als bei einscheibiger Anordnung durchströmen muß. Die maximal zu durchströmende Zahl von Isolationsschichten 310 beträgt für die jeweils mittleren Lagen 75 bzw. 225 nur 75 statt bisher 150. In axialer Richtung bleibt der thermische Widerstand im wesentlichen unbeeinflußt, da die Wärme selbst beim Fehlen der
- 10 zweiten Isolationsschicht 317 aus Symmetriegründen nur axial nach außen abfließen würde, wie durch die in Fig. 3 zusätzlich eingezeichneten Pfeile schematisch angedeutet ist, weshalb die Isolationsschicht 317 in einer thermisch unbedeutenden Grenz- fläche liegt.
- 15 Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, die auf vielfache Weise abgewandelt werden können. Insbesondere wäre es denkbar, den Magneten aus drei oder mehr Scheiben zusammenzusetzen, die dann entsprechend weniger Lagen hätten. Dabei könnten die zwischen den verschiedenen Lagen liegenden zweiten Isolationsschichten 317 entsprechend den sich ergebenden Maximalspannungen
- 20 dünner als im Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ausgebildet werden, so daß der Wärmeabfluß aus mittleren Scheiben, die zwischen zwei axial außenliegenden Schei- ben angeordnet sind, auch in axialer Richtung nicht völlig unterbunden wird. Rein rechnerisch gilt im Hinblick auf den Platzbedarf und die elektromagnetischen Größen sinngemäß dasselbe wie bei Magneten aus zwei Scheiben.
- 25 Abgesehen davon stellen die angegebenen Größen für die Anzahl der vorhandenen Lagen und Scheiben, die angegebenen Materialien und die anhand der Fig. 1 erläuterte Herstellungsweise für den Magneten nur Beispiele dar, die in vielfacher Weise abgewandelt werden können. Insbesondere versteht sich, daß die verschiedenen
- 30 Merkmale auch in anderen als den dargestellten und beschriebenen Kombinationen angewendet werden können.

Ansprüche

1. Magnetpol für Magnetschwebefahrzeuge mit einem Kern (301) und einer auf diesen aufgebrachten Wicklung (314), dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (314) wenigstens zwei Scheiben (315, 316) aufweist, die aus in mehreren Lagen (1 ... 300) um den Kern (301) gewickelten Leitungsbändern (306) gebildet sind, und daß die 5 einzelnen Lagen (1 ... 300) durch erste Isolationsschichten (310, 321) radial gegeneinander und gegen den Kern (301) und die Scheiben (315, 316) durch wenigstens eine zweite Isolationsschicht (317) axial gegeneinander elektrisch isoliert sind.
2. Magnetpol nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitungsbänder (306) 10 mit entgegengesetztem Wicklungssinn um den Kern (301) gewickelt und am Kern (301) durch eine Verbindungsleitung (318) elektrisch miteinander verbunden sind.
3. Magnetpol nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die radial äußersten Lagen (150, 300) mit elektrischen Anschlüssen (319, 320) versehen sind. 15
4. Magnetpol nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Scheiben (315, 316) im wesentlichen dieselbe Anzahl von Lagen (1 bis 150 bzw. 151 bis 300) aufweisen.
- 20 5. Magnetpol nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Isolationsschicht (317) durchgehend eine Dicke aufweist, die in Abhängigkeit von der maximal zwischen zwei Lagen der beiden Scheiben (315, 316) vorkommenden Spannung gewählt ist.
- 25 6. Magnetpol nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die radial innersten Lagen (1, 151) der Scheiben (315, 316) durch eine um den Kern (301) gewickelte Isolationsschicht (321) elektrisch gegen den Kern (301) isoliert sind.

**FIGURE 1**

**FIGURE 2**

**FIGURE 3**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/000183

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60L13/04 H01F27/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B60L H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 24 42 388 A (HOFFER) 18 March 1976 (1976-03-18) page 12; figures 4-6	1, 4
Y	JP 06 290933 A (HITACHI CABLE LTD) 18 October 1994 (1994-10-18) abstract	2
Y	JP 11 196546 A (CENTRAL JAPAN RAILWAY CO) 21 July 1999 (1999-07-21) abstract	2
A	JP 11 196546 A (CENTRAL JAPAN RAILWAY CO) 21 July 1999 (1999-07-21) abstract	1, 4
A	EP 0 472 197 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LIMITED) 26 February 1992 (1992-02-26) the whole document	1, 3, 4

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

26 May 2005

Date of mailing of the International search report

06/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 cpo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bolder, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No PCT/DE2005/000183

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 2442388	A 18-03-1976	DE CH	2442388 A1 573164 A5	18-03-1976 27-02-1976
JP 06290933	A 18-10-1994	NONE		
JP 11196546	A 21-07-1999	NONE		
EP 0472197	A 26-02-1992	JP JP DE DE EP US	3309390 B2 4106906 A 69106080 D1 69106080 T2 0472197 A1 5506198 A	29-07-2002 08-04-1992 02-02-1995 18-05-1995 26-02-1992 09-04-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/000183

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60L13/04 H01F27/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60L H01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Beiracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 24 42 388 A (HOFFER) 18. März 1976 (1976-03-18) Seite 12; Abbildungen 4-6 -----	1, 4
Y	JP 06 290933 A (HITACHI CABLE LTD) 18. Oktober 1994 (1994-10-18) Zusammenfassung -----	2
Y	JP 11 196546 A (CENTRAL JAPAN RAILWAY CO) 21. Juli 1999 (1999-07-21) Zusammenfassung -----	2
A	EP 0 472 197 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LIMITED) 26. Februar 1992 (1992-02-26) das ganze Dokument -----	1, 4
A	EP 0 472 197 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LIMITED) 26. Februar 1992 (1992-02-26) das ganze Dokument -----	1, 3, 4

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonderer bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst em oder nach dem Internationalen Anmelde datum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmelde datum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmelde datum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

26. Mai 2005

06/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bolder, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/000183

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 2442388	A	18-03-1976	DE CH	2442388 A1 573164 A5		18-03-1976 27-02-1976
JP 06290933	A	18-10-1994		KEINE		
JP 11196546	A	21-07-1999		KEINE		
EP 0472197	A	26-02-1992	JP JP DE DE EP US	3309390 B2 4106906 A 69106080 D1 69106080 T2 0472197 A1 5506198 A		29-07-2002 08-04-1992 02-02-1995 18-05-1995 26-02-1992 09-04-1996